

УДК 598.2:576.895.1:591.111.1

DOI:

Поступила в редакцию 20.07.2014

Принята в печать 14.03.2015

*Куклина М. М. Биохимические показатели плазмы крови серебристой чайки при инвазии *Tetrabothrius erostris* (Cestoda: Tetrabothriidae). // Российский паразитологический журнал. – М., 2015. – Вып. 4. – С.*

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛАЗМЫ КРОВИ СЕРЕБРИСТОЙ ЧАЙКИ ПРИ ИНВАЗИИ *TETRABOTHRIUS EROSTRIS* (CESTODA: TETRABOTHRIIDAE)

Куклина М. М.

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, 183010, г. Мурманск, ул. Владимирская, 17, e-mail: MM_Kuklina@mail.ru

Реферат

Цель исследования – изучение биохимических показателей крови серебристой чайки, зараженной *Tetrabothrius erostris*.

Материалы и методы. Для биохимических исследований использовали плазму крови взрослых особей и птенцов серебристой чайки в возрасте 4-х недель. В крови птиц определяли показатели белкового, липидного, углеводного и минерального обменов, используя различные методы исследований. При паразитологическом обследовании птиц определяли интенсивность инвазии цестодами *T. erostris*.

Результаты и обсуждение. Установлено, что при низкой интенсивности инвазии *T. erostris* у птенцов происходят незначительные изменения в биохимии крови. В то же время у взрослых зараженных чаек отмечали существенные отличия в обмене веществ по сравнению с показателями незараженных птиц. Параметры белкового, углеводного и липидного обменов в плазме крови взрослых особей изменяются в зависимости от интенсивности заражения *T. erostris*.

Ключевые слова: серебристая чайка, *Tetrabothrius erostris*, биохимические показатели, интенсивность инвазии.

Введение

Ленточные черви *Tetrabothrius erostris* часто используют морских птиц (серебристых и морских чаек, моевок, поморников) в качестве окончательных хозяев [1]. Несмотря на то, что тетработрииды паразитируют в тонкой кишке птиц, они могут оказывать некоторое влияние на общее физиологическое состояние животных. Ранее установлено, что у моевок, зараженных *T. erostris*, увеличивается интенсивность белкового и углеводного обменов, активизируются процессы в иммунной системе [5]. Кроме того, показано, что в слизистой оболочке кишечника моевки снижается активность протеаз в зависимости от интенсивности инвазии *T. erostris* [4].

Целью данного исследования было изучение особенностей влияния тетработриидной инвазии на организм серебристых чаек, исследование последствий заражения при разных показателях инвазии и оценка степени воздействия *T. erostris* на организм в зависимости от возраста хозяина.

Материалы и методы

Материал для настоящей работы собран в ходе береговых экспедиций на Восточном и Западном Мурмане в 1999–2013 гг. В качестве объектов исследования выбраны серебристые чайки (*Larus argentatus*) – взрослые особи и их птенцы в возрасте 4 нед. Для биохимических исследований использовали плазму крови. В плазме крови измеряли показатели белкового, липидного, углеводного и минерального обменов. Концентрацию общего белка определяли биуретовым методом, а содержание белковых фракций – с помощью электрофореза на бумаге [2]. По методике Троицкого [9] путем пересадки в систему трихлоруксусная кислота – этанол измеряли уровень модифицированной формы альбумина. Методом осаждения полиэтиленгликолем устанавливали концентрацию циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) [7]. Уровень мочевой кислоты

измеряли по методу Мюллера–Зейферта, концентрацию мочевины – по реакции с диацилмонооксимом, содержание креатинина – по методике Яффе [2]. По реакции преципитации определяли наличие С-реактивного белка. Уровень общих липидов измеряли с помощью фосфованилинового реактива, концентрацию холестерина, триглицеридов и глюкозы – энзиматическими методами [2], содержание общих фосфолипидов – по содержанию липидного фосфора, а уровень магния – по реакции с ксилитидовым синим [2].

Одновременно проводили паразитологическое обследование птиц. Определяли интенсивность инвазии (ИИ) цестод *T. erostris*. Статистическую обработку результатов проводили общепринятыми методами, достоверность различий между сравниваемыми значениями биохимических параметров оценивали по t-критерию Стьюдента [8].

Результаты и обсуждение

По данным паразитологического вскрытия выделено несколько групп зараженных серебристых чаек. Взрослых птиц разделили на особей с низкими (ИИ – 25,4±4,3 экз. (6–40экз.)) и высокими (ИИ – 100,6±25,2 экз. (54–203экз.)) показателями инвазии. У птенцов параметры заражения были ниже – ИИ – 5,0±2,1 экз. (2–13 экз.). Кроме того, обнаружены птицы, свободные от инвазии. Их биохимические показатели использовали в качестве контрольных значений.

Результаты биохимических измерений в плазме крови взрослых серебристых чаек и птенцов приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Биохимические показатели плазмы крови взрослых особей серебристой чайки при инвазии *T. erostris*

Показатель	Значение показателя для чаек		
	незараженных	зараженных с низкой интенсивностью инвазии	зараженных с высокой интенсивностью инвазии
Общий белок, г/л	44,6±3,3	39,0±1,2	29,5±1,4*
Альбумин, г/л	24,3±1,5	18,0±0,75*	14,9±0,9*
Альфа-глобулины, г/л	5,5±0,3	5,0±0,53	3,4±0,65*
Бета-глобулины, г/л	7,3±0,8	6,7±0,7	4,0±0,63*
Гамма-глобулины, г/л	7,5±0,8	9,8±0,8	7,2±0,62
Модифицированная форма альбумина, %	22,8±1,1	31,7±0,97*	32,4±1,2*
Мочевина, ммоль/л	2,8±0,3	4,8±0,57*	3,2±0,6
Мочевая кислота, ммоль/л	0,78±0,1	1,3±0,1*	1,6±0,2*
Креатинин, мкмоль/л	57,5±3,7	43,6±1,7	45,1±2,4
С-реактивный белок	Нет реакции	Нет реакции	Нет реакции
Циркулирующие иммунные комплексы, оп. ед.	62,3±4,1	65,5±5,0	104,0±0,42*
Общие липиды, г/л	5,1±0,5	8,15±0,6*	7,4±0,8*
Фосфолипиды, ммоль/л	4,2±0,2	3,4±0,47	2,4±0,3*
Триглицериды, ммоль/л	3,2±0,3	2,9±0,2	2,25±0,1*
Холестерин, ммоль/л	5,7±0,5	7,9±0,49	5,7±0,3
Глюкоза, ммоль/л	12,9±1,1	16,2±1,3	24,5±5,2*
Магний, ммоль/л	1,7±0,2	1,6±0,3	0,9±0,1*

Примечание: * – различия достоверны относительно показателей незараженных чаек (P < 0,05).

Таблица 2. Биохимические показатели плазмы крови птенцов серебристой чайки при инвазии *T. erostris*

Показатель	Значение показателя для чаек	
	незараженных	зараженных
Общий белок, г/л	29,3±2,4	29,8±1,5
Альбумин, г/л	16,25±1,4	17,9±1,2
Альфа-глобулины, г/л	3,7±0,3	4,2±0,4
Бета-глобулины, г/л	4,12±0,8	4,6±0,4

Гамма-глобулины, г/л	4,2±0,8	3,0±0,2
Модифицированная форма альбумина, %	22,6±0,7	27,3±1,2 *
Мочевина, ммоль/л	3,7±0,4	2,3±0,2
Мочевая кислота, ммоль/л	0,8±0,06	0,58±0,05
Креатинин, мкмоль/л	50,3±3,7	51,0±2,5
С-реактивный белок	Нет реакции	Нет реакции
Циркулирующие иммунные комплексы, оп. ед.	62,8±3,2	97,0±0,42*
Общие липиды, г/л	5,9±0,6	7,4±0,6*
Фосфолипиды, ммоль/л	4,5±0,2	3,3±0,3
Триглицериды, ммоль/л	0,9±0,1	0,9±0,1
Холестерин, ммоль/л	7,8±0,5	7,9±0,6
Глюкоза, ммоль/л	9,8±0,9	17,7±1,0*
Магний, ммоль/л	1,25±0,2	1,3±0,1

Примечание: * – различия достоверны относительно показателей незараженных чаек ($P < 0,05$).

Независимо от возраста, у всех зараженных птиц при тетработриидной инвазии зарегистрировано увеличение содержания модифицированной формы альбумин, ЦИК, общих липидов и глюкозы, а также снижение уровня фосфолипидов в плазме крови по сравнению с показателями незараженных чаек ($P < 0,05$) (табл. 1, 2).

Установлено, что при заражении *T. erostris* наиболее выраженная реакция организма хозяина отмечена для взрослых особей (табл. 1). Причем, при увеличении интенсивности инвазии зафиксированы и более значительные изменения биохимических показателей относительно контрольных значений. В плазме крови зараженных взрослых чаек зарегистрированы последствия нарушений в белковом обмене. С увеличением интенсивности инвазии тетработриидами снижается содержание общего белка, в основном, за счет уменьшения уровня альбумина. Так, при низкой интенсивности инвазии содержание альбумина в плазме крови снижается на 25,9 %, а при высокой – на 38,7 % относительно контрольных значений ($P < 0,05$). Помимо этого, установлены дополнительные изменения в протеинограмме у птиц с высокой интенсивностью инвазии – уменьшение концентрации альфа- и бета-глобулинов. Следует отметить, что при тетработриидной инвазии у взрослых серебристых чаек также проявляются нарушения в липидном обмене. В плазме крови зараженных птиц увеличивается концентрация общих липидов в среднем на 52,45 %, в то время, как содержание фосфолипидов и триглицеридов уменьшается на 42,8 и 30,0 % соответственно по сравнению с контролем ($P < 0,05$). Установлено, что только при высокой интенсивности инвазии в плазме крови повышается концентрация глюкозы и снижается уровень магния.

T. erostris, как и большинство тетработриид, обладают достаточно высокой специфичностью к хозяину [10]. Предыдущие исследования показали, что *T. erostris* не оказывает существенного влияния на обмен веществ взрослых моевок [5]. Однако, и у этих чаек активизируются процессы белкового (увеличение концентрации мочевой кислоты), углеводного (повышение уровня глюкозы) и липидного (снижение концентрации триглицеридов) обменов, а также усиливается деятельность иммунной системы (увеличение содержания ЦИК). Аналогичные изменения обнаружены у серебристых чаек при инвазии *T. erostris*. Вместе с этим, у данных птиц выявлено повышение содержания модифицированной формы альбумина в плазме крови. Увеличение концентрации модифицированной формы альбумина в плазме крови у чаек, возможно, связано с изменениями функциональных свойств этого транспортного белка после нагрузки метаболитами, появившимися в избытке вследствие дефектов пищеварения и нарушения всасывающей способности кишечника, которые возникают при инвазии цестодами. По всей видимости, изменение этих показателей свидетельствует об активной физиологической деятельности паразитов и, как следствие, выделении ими продуктов обмена, токсичных для организма хозяина.

В ходе настоящего исследования установлено, что количественные показатели зараженности взрослых серебристых чаек значительно превышают значения аналогичных параметров птенцов. По всей вероятности, дополнительные нарушения в белковом и липидном обменах, отмеченные для этих птиц, вызваны высокой интенсивностью инвазии. Предыдущие исследования показали, что степень влияния ленточных червей *Alcataenia larina* на обмен веществ хозяина (моевки) также во многих случаях определяется интенсивностью инвазии [6]. Возможно, во взрослом организме с более высокой интенсивностью заражения тетработрииды выступают в роли конкурентов за питательные

вещества, преимущественно белки. Так, уменьшение содержания общего белка, главным образом альбумина в плазме крови, возможно, связано с повышением скорости распада этого белка для дальнейшего использования его в процессах глюконеогенеза, а также с нарушением процессов всасывания и усвоения нутриентов [2]. Данное предположение подтверждается тем фактом, что повышение концентрации мочевой кислоты, а также снижение содержания магния и триглицеридов, отмечено только для птиц с высокой интенсивностью инвазии. Уровни мочевой кислоты и магния в организме могут изменяться в результате кишечной непроходимости и нарушения всасывания нутриентов, что, возможно, обусловлено большими размерами стробил тетработриид и их числом. Недостаток питания (концентрация триглицеридов), потребление пищи с низким содержанием белка (уровень магния), и, как результат, голодание (концентрация мочевой кислоты) – все это может быть последствием конкурентных взаимоотношений тетработриид с хозяином за питательные вещества. Известно, что цестоды лишены пищеварительной системы, но их тегумент представляет собой высокоэффективную пищеварительно-адсорбционную поверхность, которая способна конкурировать со слизистой оболочкой кишечника хозяина за нутриенты [11]. Они обладают уникальными морфологическими особенностями и биохимическими модификациями, которые облегчают эффективный транспорт питательных веществ. В кишечнике животного цестоды адсорбируют на своей поверхности часть ферментов хозяина, что приводит к снижению их активности. Это свойство описано для многих видов ленточных червей [3].

Заключение

Инвазия цестодами *T. erostris* моевки и птенцов серебристой чайки оказывает идентичное воздействие на биохимические показатели организма хозяина. У взрослых серебристых чаек степень влияния зависит в большей мере от интенсивности инвазии тетработриидами.

Авторы выражают благодарность администрации и сотрудникам Кандалакшского государственного природного заповедника за помощь в проведении полевых работ.

Литература

1. Белопольская М. М. Паразитофауна морских водоплавающих птиц // Уч. зап. ЛГУ. Сер. биол. – 1952. – № 141, Вып. 28. – С. 127–180.
2. Камышников В. С. Справочник по клинико-биохимической диагностике. В 2 т. – Мн.: Беларусь, 2000.
3. Кузьмина В. В., Извекова Г. И., Куперман Б. И. Особенности физиологии питания цестод и их хозяев – рыб // Успехи современной биологии. – 2000. – Т. 120, № 4. – С. 384–394.
4. Куклина М. М., Куклин В. В., Ежов А. В. Влияние гельминтной инвазии на пищеварительную активность моевок (*Rissa tridactyla*) из разных возрастных групп // Докл. Академии Наук. – 2009. – Т. 425, № 3. – С. 422–425.
5. Куклина М. М., Куклин В. В. Биохимические аспекты взаимоотношений в системе паразит-хозяин на примере моевки и ленточных червей из разных систематических групп // Докл. Академии Наук. – 2011. – Т. 438, № 1. – С. 129–133.
6. Куклина М. М., Куклин В. В. Биохимические и гематологические показатели моевки *Rissa tridactyla* (Linnaeus, 1758) при инвазии цестодами *Alcataenia larina* (Krabbe, 1869) (Cestoda: Dilepididae) // Рос. паразитол. журнал. – 2011. – № 2. – С. 62–67.
7. Лабораторные методы исследования в клинике. Под ред. В. В. Меньшикова. – М.: Медицина, 1987.
8. Матюшичев В. Б. Элементы статистической обработки результатов биохимического эксперимента. Уч. пособие. – Л., 1990.
9. Троицкий Г. В., Борисенко С. Н., Касимова Г. А. Инвертированный метод обработки электрофореграмм для выявления модифицированных форм альбумина // Лаб. дело. – 1986. – № 4. – С. 229–231.
10. Темирова С. И., Скрябин А. С. Основы цестодологии. Тетработриаты и мезоцистоидаты. – М.: Наука, 1978.
11. Dalton J. P., Skelly P., Halton D. W. Role of the tegument and gut in nutrient uptake by parasitic platyhelminths. *Can. J. Zool.* – 2004. – V. 82. – P. 211–232.

References

1. Belopol'skaya M. M. Parasite fauna of seabirds. *Uch. zap. LGU* [Bulletin of Leningrad State University], 1952, no. 141, i. 28, pp. 127–180.

2. Kamyshnikov V. S. *Spravochnik po kliniko-biohimicheskoy diagnostike* [Handbook of clinical and biochemical studies and laboratory diagnostics], Belarus, 2000, vol. 1- 2.
3. Kuz'mina V. V., Izvekova G. I., Kuperman B. I. The peculiarities of nutrition physiology in cestodes and their hosts – fishes. *Uspehi sovremennoy biologii* [Advances in Modern Biology], 2000, vol. 120, no. 4, pp. 384–394.
4. Kuklina M. M., Kuklin V. V., Ezhov A. V. Effect of helminth invasion on digestion activity of kittiwakes *Rissa tridactyla* from different age groups. *Dokl. Akademii Nauk* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences], 2009, vol. 425, no. 3, pp. 422–425.
5. Kuklina M. M., Kuklin V. V. The biochemical aspects of the relationship in the parasite-host system as exemplified by kittiwakes and tapeworms from different systematic groups. *Dokl. Akademii Nauk* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences], 2011, no. 1, pp. 129–133.
6. Kuklina M. M., Kuklin V. V. Biochemical and hematological features of kittiwakes *Rissa tridactyla* (Linnaeus, 1758) at invasion by cestodes *Alcataenia larina* (Krabbe, 1869) (Cestoda: Dilepididae). *Ros. parazitol. Zhurnal* [Russian Journal of Parasitology], 2011, no. 2, pp. 62–67.
7. Men'shikov V. V. *Laboratornye metody issledovaniya v klinike* [Laboratory methods of investigation in the clinic]. Moscow, Medizina, 1987.
8. Matyushichev V. B. *Elementy statisticheskoy obrabotki rezul'tatov biohimicheskogo eksperimenta* [The elements of statistical analysis of the results of a biochemical experiment. Textbook]. Leningrad, 1990.
9. Troitskiy G. V., Borisenko S. N., Kasymova G. A. The inverted electrophoretogram processing method for identification of modified forms of albumin. *Lab. Delo* [Laboratory Science], 1986, no. 4, pp. 229–231.
10. Temirova S. I., Skryabin A. S. *Osnovy cestodologii. Tetrobotriaty i mezocistoidaty*. [Fundamentals of Cestodology. Cestodes Tetrabothrius and Mesocistoididae]. Moscow, Nauka, 1978.
11. Dalton J. P., Skelly P., Halton D. W. Role of the tegument and gut in nutrient uptake by parasitic platyhelminths. *Can. J. Zool.*, 2004, vol. 82, pp. 211–232.

Russian Journal of Parasitology

UDK 598.2:576.895.1:591.111.1

DOI:

Article history:

Received 20.04.2015

Accepted 14.09.2015

Kuklina M. M. Biochemical values of blood in herring gulls (Larus argentatus) at invasion by Tetrabothrius erostris (Cestoda: Tetrabothriidae), Russian Journal of Parasitology, 2015, V.4, P. .

BIOCHEMICAL VALUES OF BLOOD IN HERRING GULLS (LARUS ARGENTATUS) AT INVASION BY TETRABOTHRIUS EROSTRIS (CESTODA: TETRABOTHRIIDAE)

Kuklina M. M.

Murmansk Marine Biological Institute of the RAS. 183010 Murmansk, 17 Vladimirskaaya St., e-mail: MM_Kuklina@mail.ru

Abstract

Objective of research: a study of biochemical blood values of herring gulls infected by *Tetrabothrius erostris*.

Materials and methods: Blood plasma of adult individuals and 4 weeks old nestlings of herring gulls was used for biochemical analysis. To determine the data of protein, lipid, carbohydrate, and mineral metabolism the bird blood was examined by different research methods. The intensity of invasion by *T. erostris* cestodes was detected in parasitological examination.

Results and discussion: It was found that the minor changes occur in the bird's blood biochemistry at a low intensity of *T. erostris* invasion.

At the same time, we registered the significant metabolic changes in adult gulls infected with *T. erostris* in comparison to the metabolic data of non-infected birds.

The data of protein, lipid and carbohydrate metabolism in blood of adult gulls change depending on the intensity of invasion by *T. erostris*.

Keywords: herring gull, *Tetrabothrius erostris*, biochemical values, intensity of invasion.

© 2015 The Author(s). Published by All-Russian Scientific Research Institute of Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plants named after K.I. Skryabin. This is an open access article under the Agreement of 02.07.2014 (Russian Science Citation Index (RSCI)http://elibrary.ru/projects/citation/cit_index.asp) and the Agreement of 12.06.2014 (CABI.org / Human Sciences section: <http://www.cabi.org/Uploads/CABI/publishing/fulltext-products/cabi-fulltext-material-from-journals-by-subject-area.pdf>)